

**KARAKTERISTIK KIMIA DAN MIKROSTRUKTUR OTOT *LONGISSIMUS DORSI* DAN *BICEPS FEMORIS* DARI SAPI GLONGGONG*****CHEMICAL CHARACTERISTICS AND MICROSTRUCTURE OF LONGISSIMUS DORSI AND BICEPS FEMORIS MUSCLE OF GLONGGONG BEEF CATTLE*****Amrih Prasetyo<sup>1\*</sup>, Soeparno<sup>2</sup>, Edi Suryanto<sup>2</sup>, dan Rusman<sup>2</sup>**<sup>1</sup>Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Jakarta<sup>2</sup>Fakultas Peternakan, Universitas Gadjah Mada, Jl. Fauna No.3, Bulaksumur, Yogyakarta, 55281**INTISARI**

Tujuan penelitian adalah menganalisis karakteristik kimia dan mikrostruktur daging sapi glonggong dan daging sapi yang dipotong sesuai prosedur. Sampel daging diambil di Kabupaten Boyolali berasal dari lima ekor sapi PO jantan yang diglonggong dibandingkan dengan lima ekor sapi PO jantan normal dengan bobot hidup rata-rata 250–300 kg. Data kimia daging dianalisis menggunakan analisis varian faktorial (2x2). Karakteristik mikrostruktur daging dianalisis secara deskriptif. Kadar air daging sapi glonggong menunjukkan lebih tinggi dibanding daging sapi normal pada otot BF dan LD yaitu rata-rata 80,64% dan 80,14% vs 78,60% dan 74,57%. Protein daging sapi BF (15,98%) dan LD (16,17%) lebih rendah dari pada daging sapi normal BF (21,08%) dan LD (21,07%). Hasil analisis statistik menunjukkan bahwa pengglonggongan sapi sebelum disembelih berbeda nyata ( $P < 0,05$ ) terhadap nilai lemak daging pada tiap otot. Nilai asam laktat daging sapi glonggong otot LD lebih rendah dari pada daging normal yaitu (2.815,891 vs 6.827,77 ppm). Kesimpulan penelitian adalah daging sapi hasil glonggongan menunjukkan karakteristik kimia yang lebih rendah dibanding dengan daging sapi yang dipotong secara normal. Terjadi kerusakan jaringan otot dilihat secara mikrostruktur pada otot LD, BF maupun organ hati dari daging sapi yang diglonggong.

(Kata kunci : Kimia, mikrostruktur, Otot-Sapi, Glonggong)

**ABSTRACT**

*The study was conducted to evaluate chemical and microstructure characteristics of glonggong (excessive drink) meat compared with the normal meat. The meat samples were taken from Boyolali Regency, came from five glonggong male Ongole grade cattle, and from five normal cattle with the average life weight of 250–300 kg. The chemical data were analyzed by using analysis of variance of 2x2 factorial patterns. The microstructure characteristics were also analyzed descriptively. The water content of glonggong meat was higher compared with that of normal meat on BF and LD muscle, average water content was 80.64% and 80.14% vs 78.60% and 74.57%, respectively. The protein contents of BF (15.98%) and LD (16.17%) was lower than the protein contents normal meat of BF (21.08%) and LD (21.07%), respectively. The Result of statistical analyzed shows significant pengglonggongan of cattle before slaughtered ( $P < 0.05$ ) to meat fat value at every muscle. The meat lactic acid value of glonggong meat of LD muscle was lower than that of normal meat of LD muscle (2815.891 vs 6827.77 ppm). There was a damage of glonggong meat microstructure of LD, BF muscle and also of liver organ. In conclusion, glonggong meat had a lower chemical characteristics compared with the normal meat.*

(Key words: Chemical, Microstructure, Meat, Glonggong)

**Pendahuluan**

Daging untuk industri pangan harus memenuhi persyaratan mutu pangan yang telah ditetapkan. Persyaratan mutu ini dapat dikategorikan menjadi dua yaitu 1) Persyaratan mutu fisik daging meliputi kandungan zat gizi, karakteristik fisik, kandungan bahan berbahaya, penyakit hewan yang

ada, dan jumlah mikroba, dan 2) Persyaratan mutu non fisik daging biasanya mengacu pada kehalalan dan palatabilitas daging. Pemenuhan persyaratan mutu daging sangat diperlukan dalam rangka menyatakan apakah daging yang digunakan itu aman (tidak mengandung residu bahan yang berbahaya), sehat (daging berasal dari ternak yang sehat dan dagingnya tidak membahayakan apabila dikonsumsi manusia), utuh (mengandung zat gizi yang lengkap), dan halal (ternak disembelih secara Islam dan daging tidak dicampuri dengan bahan

\* Korespondensi (*corresponding author*):

Telp. +62 856 4063 4373

E-mail: [amr\\_pra@yahoo.co.id](mailto:amr_pra@yahoo.co.id)

haram : bangkai, darah dan daging babi) atau disingkat ASUH (Suryanto, 2006).

Kualitas daging yang digunakan sebagai bahan baku harus dijaga dengan ketat untuk menjamin mutu produk yang dihasilkan. Daging yang berkualitas berasal dari ternak yang sehat dan segar bugar, dan diperlakukan dengan baik ketika akan disembelih. Ternak yang layak disembelih adalah ternak yang bersih, sehat, dipuaskan, bebas dari cacat, tidak stress, mudah ditangani, perototan bagus dan lemak tidak berlebihan. Ternak dengan kondisi demikian akan mempunyai cadangan tenaga atau glikogen yang tinggi, sedikit sekali atau bahkan tidak ada memar atau luka sehingga ketika disembelih darah dapat keluar dengan sempurna atau tuntas dan ternak cepat mati. Karkas atau dagingnya mempunyai kualitas yang tinggi karena darah yang tertinggal di dalam daging sedikit (minimal) dan pH yang rendah (sekitar 5,6), sebagai akibat proses metabolisme glikogen menjadi asam laktat. Daging menjadi lebih awet dan terjadi peningkatan palatabilitas.

Kondisi daging di pasar tradisional tiap kabupaten Jawa Tengah ada dua macam daging yaitu daging kering yang berasal dari sapi yang dipotong secara normal sesuai prosedur di Rumah Potong Hewan (RPH), kemudian daging basah yang berasal dari pemotongan sapi glonggong, yaitu sapi yang diglonggong dengan air dengan tujuan meningkatkan bobot daging dan dipotong di luar RPH. Daging kering bila dijual di pasar tradisional biasanya digantung, sedangkan daging basah (daging glonggong) bila dijual diletakkan di meja. Daging kering dicirikan dengan warna daging masih merah cerah, segar, mengkilat dan keset. Daging basah warna daging pucat dan berair terus (*eksudasi*), lembek dan cepat busuk.

Praktek pengglonggongan sapi sebelum disembelih sampai sekarang masih dilakukan oleh para jagal. Kasus daging sapi glonggong masih banyak dijual di pasaran. Untuk mencegah tindakan tersebut baik oleh pemerintah daerah maupun instansi membuat peraturan pemerintah tentang larangan praktek pengglonggongan sapi. Pengglonggongan sapi adalah tindakan penyiiksaan ternak yang melanggar norma agama dan *animal welfare*, sehingga sapi mengalami stres sebelum disembelih yang berpengaruh terhadap kualitas daging.

### Materi dan Metode

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Pangan Hasil Ternak Fakultas Peternakan Universitas Gadjah Mada. Penelitian dilaksanakan mulai bulan Agustus sampai dengan November 2007.

Sapi yang diglonggong adalah bangsa PO jenis kelamin jantan, umur 2,5–3 tahun dengan bobot potong 250–300 kg. Jumlah volume air yang diglonggong berkisar 35–40 liter/ekor tergantung kemampuan lambung sapi dengan lama pengglonggongan 6–8 jam. Sampel daging 5 ulangan dari otot LD dan 5 sampel dari otot BF untuk analisis kualitas kimia dari daging sapi glonggong dan daging normal.

Analisis laboratorium meliputi uji kualitas kimia daging sapi. Komposisi kimia daging yang diuji meliputi kadar air, lemak, protein, abu dan asam laktat. Kadar air diuji dengan metode pemanasan dalam oven 105°C selama kurang lebih 12 jam (AOAC, 1980). Kadar protein diuji dengan modifikasi metode Kjeldahl (AOAC, 1980). Kadar lemak diuji menurut metode Atkinson *et al.* (1972), yaitu dengan ekstraksi sampel dengan menggunakan kloroform dan metanol perbandingan 2:1, selama 8 jam. Kadar abu diuji dengan pemanasan dalam tanur listrik pada temperatur 600°C selama 3,5 jam (AOAC, 1980). Kadar asam laktat daging diuji dengan metode *High Performance Liquid Chromatography* (HPLC) menurut Nassos *et al.* (1984).

Data hasil uji kualitas kimia dan fisik diuji secara statistik menggunakan ANOVA rancangan acak kelompok (RAK, 2x2), apabila terjadi perbedaan nyata antar perlakuan diuji dengan *Duncan's Multiple Range Test* (DMRT) test.

### Hasil dan Pembahasan

#### Kualitas kimia daging sapi

Kualitas kimia daging dari tiap sapi beragam, keragaman ini terjadi karena perbedaan jenis, turunan, kelamin, umur, pakan dan tempat otot tersebut dalam tubuh ternak. Komposisi kimia daging sapi glonggong dan normal tersaji pada Tabel 1.

#### Kadar air

Nilai rata-rata kadar air daging sapi glonggong otot BF adalah 81,09% dan otot LD 80,56%. Nilai rata-rata kadar air daging sapi normal otot BF adalah 76,04%, dari otot LD adalah 75,77%. Hasil analisis statistik menunjukkan bahwa pengglonggongan sapi sebelum disembelih berbeda sangat nyata ( $P < 0,01$ ) terhadap nilai kadar air daging sapi namun tidak ada interaksi antara otot. Menurut Onyango *et al.* (1998), nilai kadar air sapi adalah  $77,5 \pm 0,4\%$  untuk bangsa sapi *Bos indicus*, sedangkan untuk sapi bangsa *Bos taurus* adalah berkisar antara 72,4–74,8% (Boles dan Shand, 2008).

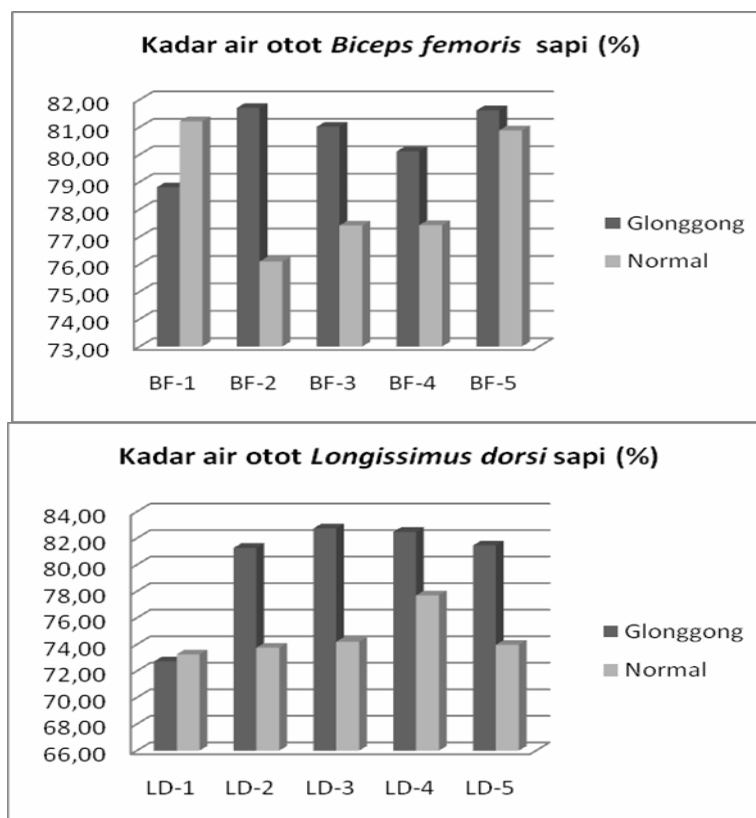
Kadar air daging sapi glonggong lebih tinggi yaitu rata-rata 80,83% dari pada daging sapi

Tabel 1. Kualitas kimia daging sapi glonggong dan sapi normal (*chemical quality of glonggong and normal beef*)

Parameter (variable)	Daging glonggong ( <i>glonggong beef</i> )	Daging normal ( <i>normal beef</i> )
<b>BF</b>		
Air (%) ( <i>moisture (%)</i> )	81,09	76,04
Protein (%) ( <i>protein (%)</i> )	15,98	21,08
Lemak (%) ( <i>fat (%)</i> )	0,92	0,85
Abu (%) ( <i>ash (%)</i> )	1,38	1,30
<b>LD</b>		
Air (%) ( <i>moisture (%)</i> )	80,56	75,77
Protein (%) ( <i>protein (%)</i> )	16,17	21,07
Lemak (%) ( <i>fat (%)</i> )	1,12	0,88
Abu (%) ( <i>ash (%)</i> )	1,48	1,44
<b>Rerata (average)</b>		
Air (%) ( <i>moisture (%)</i> )	80,83 <sup>a</sup>	75,90 <sup>b</sup>
Protein (%) ( <i>protein (%)</i> )	16,08 <sup>b</sup>	21,07 <sup>a</sup>
Lemak (%) ( <i>fat (%)</i> )	1,02 <sup>a</sup>	0,87 <sup>b</sup>
Abu (%) ( <i>ash (%)</i> )	1,43 <sup>a</sup>	1,37 <sup>a</sup>

<sup>a,b,c</sup> Superskrip yang berbeda pada baris yang sama menunjukkan berbeda nyata ( $P<0,05$ ) (*different superscripts at the same row indicate significant differences ( $P<0.05$ )*).

BF = otot biceps femoris (*biceps femoris muscle*) ; LD = otot longissimus dorsi (*longissimus dorsi muscle*)



Gambar 1. Kadar air otot BF dan LD sapi glonggong dan normal (*moisture content of BF and LD muscle from glonggong and normal bulls*)

normal yaitu 75,91% (Tabel 1). Kondisi ini mengindikasikan bahwa pengglonggongan sapi meningkatkan kadar air sehingga meningkat pula bobot daging sapi. Namun daging yang mempunyai kadar air yang tinggi, sehingga akan lebih cepat rusak karena air merupakan media pertumbuhan bakteri.

Selisih kadar air antara daging sapi dengan yang normal hanya 5%, hal ini disebabkan sampel daging sapi glonggong rata-rata ternak berumur  $5,5 \pm 1,71$  tahun, sedangkan daging sapi normal rata-rata berumur lebih muda yaitu  $3 \pm 0,54$  tahun. Diduga sapi yang berumur lebih tua pada jaringan otot sudah banyak jaringan kolagen sehingga lebih

liat dan keras menyebabkan daya difusi dan osmotik air ke dalam sel-sel otot rendah dibandingkan ternak berumur muda yang berpengaruh terhadap kadar air daging sapi glonggong.

Daging sapi glonggong cenderung berair atau mengeluarkan cairan yang berlebihan. Daging sapi glonggong warna pucat karena pigmen warna daging oksimioglobin terhidrolisis oleh air dengan mengeluarkan cairan yang banyak, apabila dimasak susut masak akan tinggi. Protein sarkoplasma yang berperan terhadap kualitas daging diduga mengalami denaturasi. Daging dengan sifat demikian apabila dibuat bakso tidak akan jadi, sedangkan apabila dibuat abon akan menghasilkan abon dengan rendemen yang rendah, dan cepat rusak oleh mikrobial. Histogram kadar air pada otot LD dan BF baik sapi glonggong dan normal dapat dilihat pada Gambar 1.

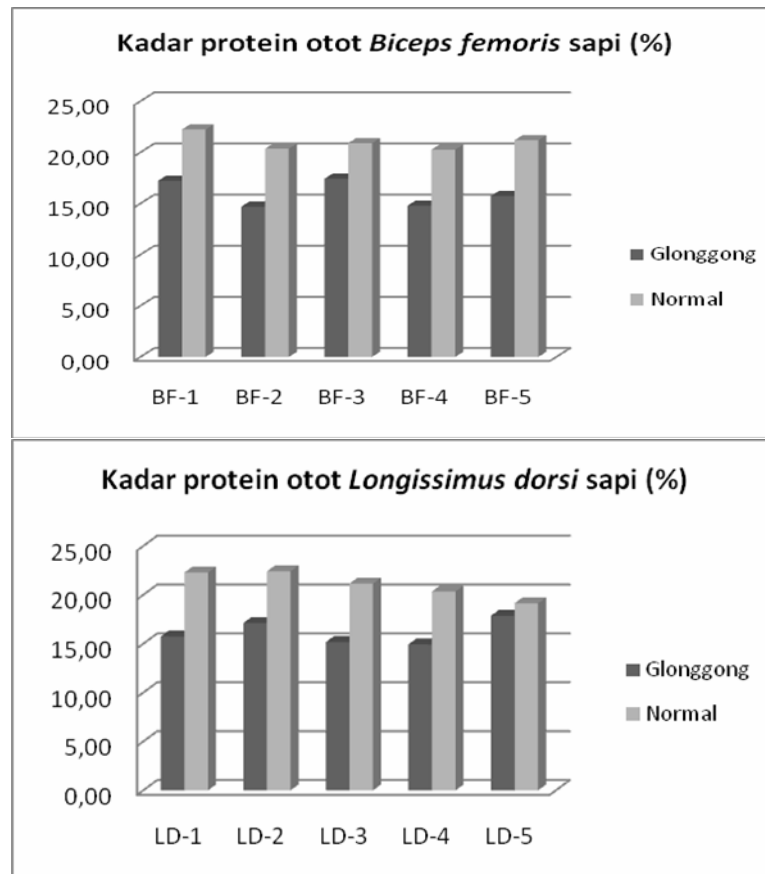
### Kadar protein daging

Protein daging sapi glonggong lebih rendah dengan nilai rata-rata otot BF 15,98% dan LD rata-rata 16,17% (Tabel 1). Kadar protein daging sapi normal mempunyai nilai rata-rata otot BF 21,08% dan LD 21,07%. Hasil analisis menunjukkan pengglonggongan sapi sebelum disembelih berbeda sangat nyata ( $P < 0,01$ ) terhadap nilai protein daging pada tiap otot.

Daging sapi bangsa *Bos indicus* mempunyai kandungan protein rata-rata 19,4% (Onyango *et al.*, 1998). Hasil penelitian lain menunjukkan bahwa otot *Biceps femoris* mempunyai nilai protein (19,0%), *Semitendinosus* (22,6%), *Semi-membranosus* (24,1%), *Vastus lateralis*, *Rectus femoris*, *Vastus medialis* adalah (19,5%), *Supraspinatus* (23,6%) untuk bangsa sapi *Bos taurus* (Boles dan Shand, 2008).

Penurunan kadar protein otot diduga karena sapi yang diglonggong air ke dalam lambung secara paksa maka terjadi absorpsi air oleh usus berlebihan, sehingga tekanan air ke dinding usus sangat besar. Air yang terabsorpsi kemudian diedarkan oleh darah ke seluruh jaringan tubuh secara cepat dengan rentang waktu pengglonggongan berkisar 6–8 jam, hal ini mengakibatkan denaturasi protein urat daging yang menyebabkan meningkatnya penyerapan air ke dalam ruang ekstraseluler dan intra-seluler sehingga kadar protein menjadi rendah. Histogram kadar protein daging sapi dari otot LD dan BF pada sapi glonggong dan normal ditunjukkan pada Gambar 2. Nilai protein daging glonggong rata-rata yaitu 16,08%, nilai protein daging normal yaitu 21,08%.

Buckle *et al.* (2007), menyatakan bahwa protein daging sapi berkisar antara 16–22%. Penurunan kadar protein daging sapi glonggong



Gambar 2. Kadar protein otot BF and LD sapi glonggong dan normal (*protein content of BF and LD muscle from glonggong and normal bulls*)

disebabkan terjadi peningkatan kapasitas *buffer* menyangga pH daging yang antara 5,0–7,0 dan terjadinya perubahan-perubahan denaturasi protein, terutama dalam protein sarkoplasma; secara konsisten dengan pembelahan rantai protein pada ikatan, –SH dan –OH; diikuti *hydrogen-bonding* antara grup-grup karboksil dan juga grup-grup amino (Lawrie, 2003).

### Kadar lemak daging

Lemak daging sapi glonggong dengan nilai rata-rata otot BF 0,92% dan LD rata-rata 1,12% (Tabel 1). Kadar lemak daging sapi normal mempunyai nilai rata-rata otot BF 0,85% dan LD 0,88%. Hasil analisis statistik menunjukkan bahwa pengglonggongan sapi sebelum disembelih berbeda nyata ( $P < 0,05$ ) terhadap nilai lemak daging pada tiap otot. Kandungan lemak sapi berkisar antara (0,5–13,0%), yang terdiri dari lemak dan lemak netral meliputi; fosfolipid, serebrosid dan kolesterol berki-sar antara (0,5–1,5%) (Buckle *et al.*, 2007).

Jenis otot BF dan LD merupakan jenis otot yang mempunyai kandungan lemak intra muskuler rendah, terutama bangsa sapi *Bos indicus* yaitu  $0,4 \pm 0,06\%$  (Onyango *et al.*, 1998). Untuk bangsa sapi *Bos Taurus* mempunyai kandungan lemak kasar berkisar antara 2,5–4,6% (Boles dan Shand, 2008), sehingga hasil analisis proksimat kandungan lemak diperoleh berkadar lemak rendah pada tiap otot.

Kadar lemak sapi glonggong lebih tinggi dikarenakan sampel otot sapi glonggong rata-rata umurnya lebih tua dibanding sampel otot sapi normal. Tingginya kadar lemak daging ditentukan oleh *marbling* daging pada tiap lokasi otot serta umur ternak dan bangsa sapi, *marbling* daging meningkat seiring bertambah umur ternak dan pakan yang diberikan (Soeparno, 2005).

### Kadar abu daging

Kadar abu daging sapi glonggong dengan nilai rata-rata otot BF 1,38% dan LD rata-rata 1,48%. Kadar abu daging sapi normal mempunyai nilai rata-rata otot BF 1,30 % dan LD 1,44 %. Hasil analisis statistik menunjukkan bahwa pengglonggongan sapi sebelum disembelih berbeda tidak nyata terhadap nilai abu daging pada tiap otot.

Kadar abu daging sapi ditentukan oleh bangsa sapi, bangsa sapi *Bos taurus* mempunyai kadar abu lebih tinggi dari bangsa sapi *Bos indicus*. Faktor lingkungan terutama *feed intake* dan kandungan nutrisi bahan pakan juga menentukan kadar abu daging sapi.

Menurut Wang *et al.* (2007), sapi bangsa *Limousin* umur 12 bulan mempunyai kadar abu berkisar antara 1,64 sampai 1,77%. Bangsa sapi *Bos*

*indicus* mempunyai nilai kadar abu  $1,1 \pm 0,05\%$  (Onyango *et al.*, 1998).

### Hasil uji asam laktat daging

Kandungan asam laktat dalam daging sapi glonggong pada otot LD rata-rata 2.815,89 ppm. Kandungan asam laktat dalam daging sapi normal pada otot LD rata-rata 6.827,77 ppm.

Kandungan asam laktat daging pada otot LD sapi normal lebih tinggi karena sapi normal waktu dipotong cadangan energi atau glikogen masih banyak, sedangkan sapi glonggong saat dipotong sudah lelah kehabisan energi dan ditambah absorpsi air dari saluran pencernaan yang berlebihan diduga menyebabkan hidrolisis cadangan karbohidrat dan glikogen yang merupakan sumber asam laktat daging, seperti terlihat pada Gambar 3.

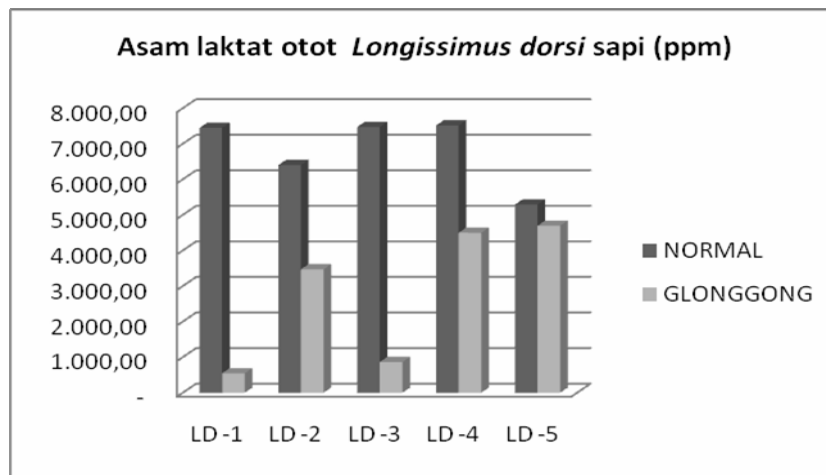
Energi yang dibutuhkan untuk aktivitas otot dalam hewan hidup adalah didapat dari gula (glikogen) dalam otot. Di dalam hewan yang sehat dan diistirahatkan dengan baik, kandungan glikogen dari otot adalah tinggi. Setelah hewan dipotong, glikogen dalam otot dikonversi menjadi asam laktat, dan otot atau karkas menjadi kaku (*rigor mortis*). Asam laktat ini diperlukan untuk produk daging, yang akan mempengaruhi kelezatan dan keempukan, menjaga dengan baik warna dan kualitas. Jika hewan mengalami stress sebelum dipotong, glikogen yang digunakan tinggi, dan level asam laktat yang ada dalam daging setelah pemotongan menurun. Kondisi ini akan secara serius merugikan kualitas daging (FAO, 2008).

Asam laktat dalam otot mempunyai pengaruh memperlambat pertumbuhan bakteri yang telah mengkontaminasi karkas selama pemotongan. Bakteri menyebabkan kerusakan daging selama penyimpanan, daging menjadi bau, perubahan warna, tengik dan kotor. Kerusakan selama proses memperpendek masa simpan dari daging, sehingga menyebabkan makanan yang punya nilai ini dibuang. Jika terkontaminasi bakteri menjadi makanan yang beracun, yang dikonsumsi akan sakit (Nassos *et al.*, 1984). Jadi, daging yang berasal dari hewan stress, salah penanganan apalagi diglonggong sebelum dipotong, dagingnya menjadi cepat rusak dan mudah terkontaminasi bakteri.

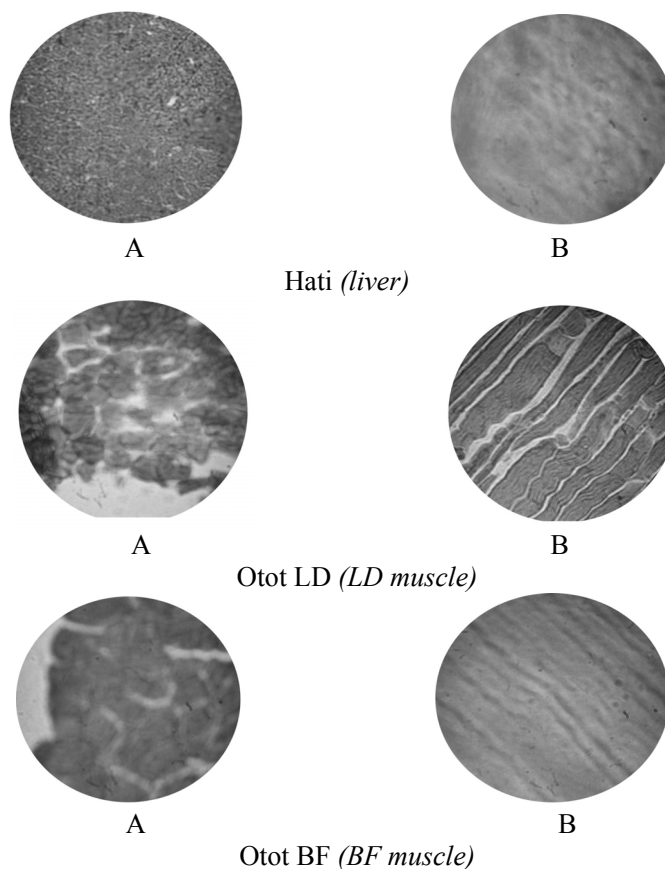
### Mikrostruktur otot

Pada Gambar 4 dapat diketahui bahwa mikrostruktur organ hati, otot BF dan LD untuk sapi glonggong mengalami kerusakan sel-sel otot (*deformasi*) disebabkan cekaman air yang diminumkan secara berlebihan.

Pengglonggongan sapi dapat menyebabkan keracunan air (*hyperhydration*) adalah suatu gangguan berpotensi fatal di dalam fungsi



Gambar 3. Histogram kadar asam laktat otot LD sapi glonggong dan normal (*histogram of lactic acid content of LD muscle from glonggong and normal bulls*).



Gambar 4. Mikrostruktur otot sapi glonggong (A) dan normal (B) (perbesaran 400 x) (*microsrtructure of muscle from glonggong (A) and normal (B) bulls*)

otak yaitu muncul ketika keseimbangan normal dari elektrolit di dalam tubuh itu didorong di luar batas-batas yang aman. Darah berisi elektrolit (terutama campuran-campuran sodium, seperti natrium klorida) dalam konsentrasi yang harus dijaga dan dalam batas-batas sangat sempit. Jika air masuk ke dalam tubuh secara berlebihan dengan cepat itu dapat diedarkan, cairan tubuh menjadi lemah dan berpotensi berbahaya terjadi pergeseran dalam imbalan elektrolit. Dengan kata lain, tubuh

mempunyai terlalu banyak air dan tidak cukup elektrolit (Bird dan Patrick J., 2000).

Kebanyakan keracunan air disebabkan oleh *hyponatremia*, satu *overdilution* sodium di dalam plasma darah, yang pada gilirannya menyebabkan satu pergeseran osmotik air dari cairan ekstraselular (di luar sel-sel) kepada cairan intraselular (di dalam sel-sel). Sel-sel membengkak sebagai hasil perubahan-perubahan di dalam tekanan osmotik dan menghentikan semua fungsi. Peristiwa tersebut

apabila terjadi di dalam sel-sel dari sistem saraf pusat dan otak, keracunan air akan terjadi, sehingga, banyak sel lainnya di dalam tubuh itu akan mengalami sitolisis. Selaput-selaput sel tidak mampu untuk menahan membengkaknya sel sehingga pecah oleh tekanan osmotik yang tidak biasa dan terjadi kerusakan sel-sel (Noakes *et al.*, 2001).

Penelitian yang dilakukan oleh Rusman *et al.* (2007), melaporkan bahwa otot sapi yang mendapat perlakuan tekanan air masing-masing 100, 200 dan 400 MPa dengan suhu 30°C dan 60°C menunjukkan terjadinya deformasi pada struktur sel terutama panjang *Sarcomere*.

Kerusakan daging sapi yang diglonggong oleh tekanan osmotik air biasanya pada protein daging yaitu filamen tipis kemudian filamen tebal dan protein myofibril. Kerusakan semakin cepat terjadi apabila pada daging terinfeksi bakteri yang tumbuh dengan cepat, sehingga daging cepat rusak dan membusuk.

### Kesimpulan

Daging sapi yang berasal dari perlakuan glonggongan sebelum dipotong menunjukkan kualitas lebih rendah secara kimia dibanding dengan daging sapi yang dipotong secara normal. Pada daging glonggong terjadi kerusakan mikrostruktur organ hati, otot LD dan BF.

### Daftar Pustaka

- AOAC. 1980. Official Method of Analysis. 13th ed. Association of Official Analytical Chemistry, Washington, D.C.
- Atkinson, T., V.R. Fowler, G.A. Garton, and A. Lough. 1972. A Rapid Method for the Determination of Lipid in Animal Tissue. *Analyst*, London 97: 562-568.
- Bird, A.C. and Patrick J. 2000. You Can Drink Too Much Water. University of Florida. Retrieved on 2007-01-21. <http://www.hhp.edu/faculty/-pbird/keepingfit/ARTICLE/toomuch-water.htm>.
- Buckle, K.A., R.A. Edwards, G.H. Fleet, and W. Wooton. 2007. Ilmu Pangan. Penerjemah: Hari Purnomo dan Adono. International Development Program of Australian Universities and Colleges, UI Press.
- Boles, J.A., and P.J. Shand. 2008. Effect of Muscle Location, Fiber Direction, and Slice Thickness on the Processing Characteristics and Tenderness of Beef Stir-Fry Strips From the Round and Chuck. *Meat Sci.*, 78: 369 – 374.
- FAO. 2008. Effects of Stress and Injury on Meat and By-Product Quality. <http://www.fao.org/docrep/003/X6909E/-x6909e04.htm>.
- Lawrie, R.A. 2003. Ilmu Daging. Penerjemah: Aminuddin Parakkasi. Edisi kelima. Penerbit Universitas Indonesia.
- Nassos, P.S., J.E. Schade, A.D. King Jr. and A.E. Stafford. 1984. Comparison of HPLC and G.C. Methods for Measuring Lactic Acid in Ground Beef. *J. Food. Sci.*, 49: 671.
- Noakes, T.D.; G. Wilson, D.A. Gray, M.I. Lambert, S.C. Dennis. 2001. Peak Rates of Diuresis in Healthy Humans During Oral Fluid Overload. National Center for Biotechnology Information.
- Onyango, C.A., M. Izumimoto and P.M. Kutima. 1998. Comparison of Some Physical and Chemical Properties of Selected Game Meats. *Meat Sci.*, 49: 117 – 125.
- Rusman, Soeparno, Setiyono and A. Suzuki. 2007. Characteristics of Biceps Femoris and Longissimus Thoracis Muscles of Five Cattle Breeds Grown in a Feedlot System. *J. Anim. Sci.*, 74: 59 – 65.
- Suryanto, E. 2006. Memilih Daging Berkualitas. *Food Review*. Vol 1. No.9, Bogor, hal. 44–48.
- Soeparno. 2005. Ilmu dan Teknologi Daging. Cetakan keempat. Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- Wang, W.J., S.P. Wang, Y.S. Gong, J.Q. Wang and Z.L. Tan. 2007. Effects of Vitamin A Supplementation on Growth Performance, Carcass Characteristics and Meat Quality in Limosin X Luxi Crossbreed Steers Fed A Wheat Straw Based Diet. *J. Meat Sci*, doi: 10.1016/j.meatsci. 2007.04.019.